

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
11 DE 29 51 716 A 1

51 Int. Cl. 3:  
B 30 B 11/02

21 Aktenzeichen:  
22 Anmeldetag:  
43 Offenlegungstag:

P 29 51 716.6  
19. 12. 79  
2. 7. 81

Berlin, 1981

71 Anmelder:  
Mannesmann AG, 4000 Düsseldorf, DE

72 Erfinder:  
Radewahn, Siegfried; Rennertz, Hans, 4050  
Mönchengladbach, DE; Kühl, Franz, 5143 Wassenberg, DE

54 Verfahren und Vorrichtung zum Pressen von Formkörpern

DE 29 51 716 A 1

# Meissner & Meissner

PATENTANWALTSBÜRO  
BERLIN - MÜNCHEN

2951716

## PATENTANWÄLTE

DIPL.-ING. W. MEISSNER  
DIPL.-ING. P. E. MEISSNER  
DIPL.-ING. H.-J. PRESTING

Zugelassene Vertreter vor dem  
Europäischen Patentamt -  
Professional Representatives before the  
European Patent Office

Ihr Zeichen

Ihr Schreiben vom

Unsere Zeichen

HERBERTSTR. 22, 1000 BERLIN 33

mjr/Go.  
20548

19. Dezember 1979

Mannesmann AG  
Mannesmannufer 2  
4000 Düsseldorf 1

## Verfahren und Vorrichtung zum Pressen von Formkörpern

### Patentansprüche:

1. Verfahren zum Pressen von Formkörpern konstanter Dichte und Höhe aus pulverförmigen Massen mit einer Presse, die einen beweglichen Oberstempel aufweist, dessen Hub einstellbar ist, mit einer bewegbaren Matrize mit ebenfalls einstellbarem Hub und einem festen Unterstempel, dadurch gekennzeichnet, daß der Anstieg der Kraft, die der Oberstempel und/oder Unterstempel während des Verdichtungsvorganges auf das Metallpulver ausübt, gemessen und in Abhängigkeit von dem zurückgelegten Weg des oder der Stempel in einen Datenspeicher elektronisch eingegeben wird, daß die ge-

130027/0379

- 2 -

\* Zweigstelle (§ 28 PaO)  
München:  
ST. ANNASTR. 11  
8000 MÜNCHEN 22  
TEL.: 089/22 86 44

TELEX:  
1 - 856 44  
inven d

TELEGRAMM:  
INVENTION  
BERLIN

TELEFON:  
BERLIN  
030/891 60 37  
030/892 23 82

BANKKONTO:  
BERLINER BANK AG.  
BERLIN 31  
3895716000

POSTSCHECKKONTO:  
W. MEISSNER, BLN-W  
122 82 - 108

ORIGINAL INSPECTED

messenen Daten jeweils mit den im Datenspeicher vorliegenden Sollwerten für die gewünschte Dichte des Formkörpers verglichen werden, und daß bei einer Abweichung der gemessenen Daten von dem Sollwert des Füllvolumens der Matrize in dem Sinne verändert wird, daß bei einem gegenüber dem Sollwert abweichenden Kraftanstieg das Füllvolumen verändert wird.

2. Vorrichtung zum Durchführen des Verfahrens nach Anspruch 1, unter Verwendung einer Presse, bei der die Hubbewegung der Matrize mittels einer umlaufenden Kurvenscheibe erzeugt wird, dadurch gekennzeichnet, daß das Oberjoch (16) des Oberstempels (1) eine Druckmeßeinrichtung (15,17) und der Oberstempel (1) einen als Linearpotentiometer oder dergleichen ausgebildeten Wegmesser (14) aufweisen, welche elektrisch mit einem Datenspeichergerät (22) verbunden sind, daß an das Datenspeichergerät (22) ein Stellmotor (24) angeschlossen ist, der mechanisch mit einer Höhenverstell-einrichtung (25) für die Matrize (2) in Verbindung steht und daß die Höhenverstelleinrichtung einen verstellbaren Anschlag (7,8) aufweist, welcher das Füllvolumen der Matrize (2) festlegt.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Höhenverstelleinrichtung (25) aus einem Spindelteil besteht, dessen Spindel mit einem Hydraulikzylinder (8) verbunden ist und in dem ein in Hubrichtung der Matrize bewegbarer Kolben (7) geführt ist, dessen Kolbenstange an einem Ende eines Hebels (10) angelenkt ist und daß an diesem Hebel (10) das die Matrize (2) aufnehmende Pressengestell angelenkt ist.
-

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Pressen von Formkörpern konstanter Dichte und Höhe aus Metallpulver mit einer Presse gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1, sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Es ist bekannt, daß Pulver unterschiedlicher Teilchengrößen (Primärteilchen, Kristallite, Sekundärteilchen und Agglomerate) aufweisen und daß ferner Verarbeitungseinflüsse wie Vibrationen niedriger und hoher Frequenz, hygroskopische Agglomeration, zur Streuung des Verhältnisses Gewicht/Volumen führen.

Bekannt sind Pulverpressen mit mechanischen Antrieben, überwiegend Kurbel-, Exzenter- und Kniehebelpressen, wobei durch die gegebenen Konstruktionsmerkmale der untere Totpunkt des Oberstempels zwangsläufig definiert ist.

Die dem Matrizenhohlraum je Arbeitstakt volumetrisch zugeführten Pulvermengen sind im geringen Maße unterschiedlich. Die Formteile werden daher zwar mit ausreichender Höhengenaugkeit als Ergebnis des definierten unteren Totpunktes erzeugt, jedoch können ihre Dichten jeweils unterschiedlich groß sein.

Es ist auch bekannt, daß hydraulisch angetriebene Pressen mit linearen Bewegungsabläufen des Oberstempels, sofern Festanschläge im Oberstempel nicht vorhanden sind, Formteile gleicher Dichte als Funktion des ausgeübten Preßdruckes produzieren, jedoch Formteile mit unterschiedlichen Höhen ergeben können, als Ergebnis der druckabhängigen Abschaltung des Verdichtungsvorganges.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die in Grenzen schwankende Fülldichte des Pulvers auszugleichen und Formteile mit konstanter Dichte und Höhe zu erzeugen. Gelöst wird diese Aufgabe erfindungsgemäß durch die im Kennzeichen des Patentanspruch 1 angegebenen Merkmale. Eine besonders zweckmäßige Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens ist im Patentanspruch 2 beschrieben. Der Anspruch 3 enthält eine vorzugsweise Ausgestaltung dieser Vorrichtung.

Die Erfindung soll nachstehend anhand eines in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiels erläutert werden. Dabei zeigt:

Fig. 1 ein Diagramm der Dichte einiger Metallpulver in Abhängigkeit vom Preßdruckanstieg,

Fig. 2a eine Presse in Füllstellung,

Fig. 2b diese Presse in Preßstellung und

Fig. 2c diese Presse in Abzugstellung.

Figur 1 stellt das Verhalten von 3 Metallpulvern beim Verdichten in einer Matrizie dar. Es können daraus folgende Zusammenhänge abgeleitet werden: das Verpressen der Pulverteilchen bei kleinen spezifischen Preßdrücken von  $500 \text{ MN/m}^2$  kommt einem Zusammendrücken gleich, mit zunehmender Zusammenpressung jedoch steigt der notwendige Preßdruck rasch an und daraus folgt, daß zwischen der relativen Dichte und dem Kraftanstieg ein gesetzmäßiger Zusammenhang besteht.

Der Energieverbrauch zur Überwindung der Kohäsionskräfte, zur Verformung der Teilchen sowie zur Überwindung der elastischen und plastischen Spannungen im Formteil ist proportional der Dichte.

Der Druckanstieg während der Verdichtung hat im wesentlichen folgende Ursachen:

rasche Zunahme der Kohäsionskräfte durch Verringerung des Berührungsabstandes der Teilchen

Verfestigung mit zunehmender Gestaltsänderung und Steigung der inneren Reibung im Formteil durch Lösen bereits bestehender, zusammenhängender Partikel.

Es folgt ferner aus Figur 1, daß die Preßkurve nach Erreichen mittlerer Dichten abflacht und sich asymptotisch der erreichbaren Materialdichte nähert.

Nachfolgend soll nun die Presse und deren Funktion beschrieben werden.

Der Oberstempel 1 überträgt während seiner Abwärtsbewegung die zum Verdichten notwendige Energie auf die Pulversäule 18. Die Hubbewegung des Oberstempels 1 ist von einem Kurbeltrieb 29 abgeleitet, der auf den oberen Pressentisch 16 wirkt. Die auf- und abbewegliche Matrize 2 nimmt das zu verpressende Pulver 18 auf und bestimmt das Profil des fertigen Preßteiles. Die Matrize 2 ist von unten durch den schiebend eingepaßten Unterstempel 30 verschlossen. Der Unterstempel 30



ist unbeweglich und stützt beim Verdichten die Pulversäule 18 gegen den beweglichen Oberstempel 1 ab.

Für das Füllen der Matrize wird diese von unten nach oben in die Füllstellung bewegt. Um das fertige Preßteil freizugeben, ist die Matrize 2 soweit abwärts zu bewegen, daß sie mit der Oberkante des Unterstempels 30 auf einer Ebene steht. Schließlich wird die Matrize 2, die mit dem Schlitten 6 verbunden ist, während des Verdichtens nach unten bewegt, wobei ein Kräfteaustausch zwischen Matrize und Pulversäule 18 entsteht.

Die Aufwärtsbewegung der Matrize 2 in Füllstellung (Figur 2a) kommt dadurch zustande, daß der Kolben 7 des Hydraulikzylinders 8 eine Zugkraft auf den Hebel 10 ausübt und die Kurvenscheibe 5 gleichzeitig gedreht wird. Der Hebel 10 kann jedoch den Schlitten 6 nur in dem Maße nach oben bewegen, wie die Kurvenscheibe 5 der Rolle 9 den Weg nach oben freigibt. Die Aufwärtsbewegung des Schlittens 6 und somit auch der Matrize 2 ist dann beendet, wenn der Kolben 7 oben am Boden des Zylinders 8 anschlägt. Die Kurvenscheibe 5 dreht dann weiter und hebt von der Rolle 9 ab. Der Zylinder 8 ist über das Gelenk 4 mit der Spindel 3 verbunden. Mit dem Stellgetriebe 25 kann die Spindel 3 mitsamt dem angekoppelten Zylinder 8 auf und ab verfahren werden. Dadurch ist es möglich, den Weg des Schlittens 6 und der Matrize 2 zwischen 0 und dem durch den Hub der Kurvenscheibe 5 gegebenen Maximum zu verändern.

Die Abwärtsbewegung der Matrize 2 zum Entformen des fertigen Preßteiles wird vom unmittelbaren Eingriff der Kurvenscheibe 5 mit der an Schlitten 6 befindlichen Rolle 9 abgeleitet. Der Hebel 10 schwenkt

dabei nach unten und zieht den Kolben (7) aus dem Zylinder (8) heraus. Aus dem Kolbenstangenraum (32) des Zylinders (8) wird dabei Druckflüssigkeit verdrängt.

Das Mitbewegen der Matrize (2) während des Verdichtens der Pulversäule (18) verursacht allein der Kolben (7) des Zylinders (8), indem er ausfährt. Dabei schwenkt der Hebel (10) nach unten und zieht den Schlitten (6) mit der Matrize (2) abwärts. Die Art dieser Matrizenbewegung und der Verlauf der Krafteinwirkung der Matrize (2) auf die Pulversäule (18) bestimmt die hydraulische Regelung (27), die den Förderstrom und den Arbeitsdruck der Pumpe (28) beeinflusst.

Der Schlitten (6), der die Matrize (2) trägt, kann während des Preßvorganges auf mechanischen Anschlag gefahren werden, indem die Rolle (13) auf den größeren Radius der Kurvenscheibe (11) aufsetzt. Mit dem Stellgetriebe (12) läßt sich die Rolle (13) nach oben und unten verfahren. Somit kann die Lage des mechanischen Anschlages innerhalb der Matrizenabwärtsbewegung beliebig gewählt werden.

Der Verfahrensablauf, der den Einsatz der vorbeschriebenen mechanischen Pulverpresse notwendig macht, gestaltet sich beispielsweise folgendermaßen:

Ausgegangen wird von der Füllstellung der Presse (Figur 2a) in der sich der Oberstempel (1) mit dem oberen Pressentisch (16) in der oberen Endstellung befindet, die sich aus der oberen Totpunktlage des Kurbeltriebes (29) ergibt. Die Matrize (2) steht ebenfalls in der oberen Endstellung, in welcher der Kolben (7) oben am Boden des Zylinders (8) anliegt. Die Kurvenscheibe (5)

die Druckmesser (15) und (31) registrierten Werte ordnet die Steuerung (22) den am Wegmesser (14) während des Verdichtungsweges gemessenen Wegeinheiten zu. Aus der Zuordnung von Kraft- und Wegeinheiten formt die Steuerung (22) eine digitale Signalfolge, die dem Verlauf der Energieaufnahme des Preßteils entspricht. Die Steuerung (22) gibt diese digitale Signalfolge in den Speicher (21), wo ein Vergleich mit einer über die Programmvorwahl (20) eingegebenen und gespeicherten werkstückspezifischen Signalfolge stattfindet. Stimmen beide Signalfolgen überein, erhält der Impulsgeber (23) kein Steuersignal. Der Schrittmotor (24), das Stellgetriebe (25) und die Spindel (3) bleiben unverändert, so daß beim nächsten Arbeitstakt der Pulverpresse das gleiche Pulvervolumen (18) wie beim vorausgegangenen Arbeitstakt vorbereitet wird. Stimmen die fest gespeicherte und die beim Verdichten der Pulversäule (18) gebildete Signalfolge nicht überein, gibt die Steuerung (22) entsprechend der Richtung und der Größe der Abweichung Signale an den Impulsgeber (23), damit der Schrittmotor (24) über das Stellgetriebe (25) die Spindel (3) zu einem geeigneten Zeitpunkt vor dem Erreichen der Füllstellung des nächsten Arbeitstaktes sinngemäß verfahren kann. Dadurch wird die Höhenlage des über das Gelenk (4) angekoppelten Zylinders (8) verändert, so daß der Kolben (7) je nach Art der Signale der Steuerung (22) die Matrize (2) auf einem höheren oder tieferen Niveau in Füllstellung (Figur 2a) anhält, wenn er oben am Boden des Zylinders (8) zum Anschlag kommt. Ermittelt die Steuerung (22) beim Vergleich der fest gespeicherten Signalfolge mit der aus der Druck-Weg-Messung stammenden Signalfolge eine unzulässig große Abweichung, wird die Pulverpresse nach Beendigung des noch laufenden Arbeitsspiels über den Störschaltkreis (33) zum Stillstand gebracht.

Das preßtechnisch notwendige Mitbewegen der Matrize (2) und das gleichzeitige Ausüben von Kräften durch die Matrize (2) auf die Pulversäule (18) geschieht teilweise durch Mitverwendung der Geräte und Funktionen, die auch für die oben beschriebene automatische Druck-Weg-Messung und Füllhöhenregulierung erforderlich sind.

Dem Speicher (21) ist über die Programmvorwahl (20) zusätzlich eine werkstückspezifische, digitale Signalfolge für das preßtechnisch richtige Verhalten der Matrize (2) während des Verdichtens der Pulversäule (18) eingegeben worden. Die Steuerung (22) verwendet die vom Wegmesser (14) eingehenden elektrischen Signale zum Vergleich mit dieser im Speicher (21) vorhandenen spezifischen Signalfolge. Aus dem Vergleich formt die Steuerung (22) das für den Proportionalverstärker (26) benötigte Eingangssignal. Das Ausgangssignal des Proportionalverstärkers (26) wirkt auf die hydraulische Regelung (27), die den Druck und den Förderstrom des Aggregates (28) so beeinflusst, daß das Verhalten der Matrize während des Verdichtens der Pulversäule (18) dem vorgegebenen Programm entspricht. Der Wegmesser (19) meldet der Steuerung (22) Abweichungen der Matrizenbewegung vom vorgegebenen Programm. Sind diese Abweichungen unzulässig groß, wird die Pulverpresse durch ein Signal der Steuerung (22) auf den Störschaltkreis (33) am Ende des laufenden Arbeitsspiels zum Stillstand gebracht.

Wenn das Werkstück wie im Ausführungsbeispiel eine Form hat, die durch eine feste Stufe (34) in der Matrizenöffnung gebildet wird, muß die Matrize (2) kurz bevor der Oberstempel (1) die Preßstellung (Figur 2b) erreicht hat, auf einen mechanischen Anschlag gefahren werden. Nur so ist gewährleistet, daß die Höhe der Werkstückstufe in den geforderten engen Toleranzgrenzen gefertigt werden kann. Den mechanischen Anschlag bildet der größere Ra-

dius der Kurvenscheibe (11) auf den die Rolle (13) kurz vor der Preßstellung (Figur 2a) aufsetzt. Entsprechend der gewünschten Lage der Stufe im Werkstück, muß die Rolle (13) über das Stellgetriebe (12) eingestellt werden.

Nachdem die Preßstellung (Figur 2b) durchfahren ist, hebt der Oberstempel (1) vom Werkstück ab und bewegt sich aufwärts. Gleichzeitig hat die Kurvenscheibe (5) eine Winkelstellung erreicht, in der sie wieder mit der Rolle (9) in Berührung kommt. Dadurch wird der Schlitten (6) mit der Matrize (2) nach unten geschoben. Da der Schlitten (6) an den Hebel (10) angekoppelt ist, schwenkt dieser nach unten und zieht den Kolben (7) aus dem Zylinder (8) heraus. Dabei ist die hydraulische Regelung so geschaltet, daß aus dem Kolbenstangenraum (32) des Zylinders (8) Druckflüssigkeit abströmen und auf der Gegenseite zufließen kann. Die Kurvenscheibe (11) hat sich mit ihrem größeren Radius aus dem Bereich der Rolle (13) gedreht, so daß das Gestell (6) an seiner Abwärtsbewegung nicht mehr gehindert wird. Wenn die Kurvenscheibe (5) mit ihrem größeren Radius die Rolle (9) erreicht hat, stehen die Matrize (2) und der Unterstempel (30) auf gleicher Höhe und das Werkstück ist entformt. Die Matrize (2) befindet sich jetzt in Abzugsstellung (Figur 2c). Die hydraulische Regelung (27) gibt sofort den Förderstrom des Aggregates (28) mit Arbeitsdruck auf den Kolbenstangenraum (32) des Zylinders (8). Der Kolben (7) versucht den Hebel (10) nach oben zu schwenken. Über den Schlitten (6) wird die Rolle (9) gegen die Kurvenscheibe (5) gedrückt. Die Rolle (9) läuft auf dem Außenprofil der drehenden Kurvenscheibe (5) bis der Kolben (7) oben am Boden des Zylinders (8) zum Anschlag kommt. Die Matrize (2) steht jetzt wieder in Füllstellung

(Figur 2a). Die Kurvenscheibe (5) dreht weiter und hebt von der Rolle (9) ab. Der Kurbeltrieb (29) durchläuft mit dem oberen Pressentisch (16) und dem Oberstempel (1) den oberen Totpunkt. Die Steuerung (22) und die angekoppelten Geräte sind auf das nächste Arbeitsspiel vorbereitet, das nun beginnt.









